



⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Off nl gungsschrift  
⑩ DE 195 20 117 A 1

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
F01 L 1/04

⑳ Aktenzeichen: 195 20 117.5  
㉔ Anmeldetag: 1. 6. 95  
㉕ Offenlegungstag: 5. 12. 98

DE 195 20 117 A 1

㉑ Anmelder:  
Dr. Ing.h.c. F. Porsche AG, 70435 Stuttgart, DE

㉒ Erfinder:  
Tiede, Klaus, 74343 Sachsenheim, DE; Schultz, Willi,  
75245 Neulingen, DE

⑤② Entgegenhaltungen:  
DE 39 34 848 A1  
JP 60-1 11 008 A

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Ventiltrieb einer Brennkraftmaschine

⑤⑦ Bei dem erfindungsgemäßen Ventiltrieb wird ein Nocken mit unterschiedlichen Nockenbahnen von einer Nockenwelle verdreht. Der Nocken kann dabei zur Realisierung unterschiedlicher Ventilerhebungen axial auf der Nockenwelle verschoben werden. Das für die Verschiebung erforderliche Verstellorgan ist im Inneren der Nockenwelle angeordnet. Die Bewegung des Verstellorgans wird über ein Federelement, das ebenfalls im Inneren der Nockenwelle geführt ist, auf den axial verschieblichen Nocken übertragen.

DE 195 20 117 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 10. 96 602 049/254

6/24

Die Erfindung betrifft einen Ventiltrieb für eine Brennkraftmaschine nach der Gattung des Patentanspruches 1.

In der DE 42 36 655 A1 ist ein gattungsgemäßer Ventiltrieb offenbart, bei dem ein ein- oder mehrteiliger Nocken drehfest aber axial verschieblich auf der Nockenwelle gelagert ist. Dieser verschiebliche Nocken wird durch einen hydraulischen Ringkolben gegen die Wirkung einer Druckfeder verschoben. Sowohl der Ringkolben als auch die Druckfeder umfassen den Außenumfang der Nockenwelle. Der verschiebliche Nocken bzw. die verschieblichen Nockenteile, die Druckfeder und der/die Ringkolben sind zwischen zwei Lagerstellen der Nockenwelle angeordnet. Durch diese Anordnung ist ein gewisser Mindestabstand zwischen den Nockenwellenlagerstellen bzw. den Zylindern der Brennkraftmaschine vorgegeben, der ohne Funktions- oder Festigkeitseinbußen nicht zu unterschreiten ist.

Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen gattungsgemäßen Ventiltrieb einer Brennkraftmaschine dahingehend weiterzuentwickeln, daß ein kleinerer Zylinderabstand und/oder Lagerabstand möglich ist, ohne Einbußen im Hinblick auf Funktionalität und Festigkeit hinzunehmen. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruches gelöst. Durch Anordnung des Verstellorgans im Inneren der Nockenwelle und die Anordnung eines Federelementes zwischen Verstellorgan und dem axial verschieblichen Nocken wird der vorhandene Abstand zwischen zwei Zylindern bzw. zwischen zwei Lagerstellen der Nockenwelle besser ausgenutzt. Die gesamte nutzbare Baulänge für die mit jeweils einem axial verschieblichen Nocken zusammenwirkenden Teile der Stelleinheit können den gesamten Bauabstand zwischen zwei Lagerstellen bzw. zwei Zylindern einnehmen. Das Federelement kann dabei die Funktion eines Energiespeichers übernehmen, so daß die Bewegung des Verstellorgans gedämpft und/oder zeitversetzt auf den axial verschieblichen Nocken übertragen wird. Dieser Ventiltrieb ist beispielsweise anwendbar bei direkt betätigten Ventilen, wobei das Übertragungselement als ein mit hydraulischem Ventilspielausgleich versehener Tassenstößel ausgebildet sein kann. Weiterhin können für den Ventiltrieb unterschiedliche, an sich bekannte Hebelmechanismen als Übertragungsmittel zwischen Nocken und Gaswechselventil verwendet werden. Das Übertragungsmittel kann dabei als Kipphebel, Schwinghebel oder dergleichen ausgebildet sein. Dabei ist mit jeweils einer Nockeneinheit die Betätigung eines oder mehrerer Gaswechselventile möglich.

Die energiespeichernde Wirkung des Federelementes wird auf besonders vorteilhafte Weise genutzt, wenn zwischen dem axial verschieblichen Nocken und dem Übertragungsmittel ein Anschlag ausgebildet ist, der eine axiale Bewegung des Nockens nur innerhalb eines definierten Winkelbereiches zuläßt. Damit kann sichergestellt werden, daß die Verschiebung des Nockens nur erfolgt, wenn kein Höhengsprung zwischen den unterschiedlichen Nockenbahnen vorhanden ist. Dies läßt sich auf vorteilhafte Weise innerhalb der benachbarten Grundkreisbereiche mit gleichem Durchmesser verwirklichen. Dies hat weiterhin den Vorteil, daß die axiale Bewegung des Verstellorgans winkelunabhängig erfolgen kann. Eine genaue Zuordnung zwischen Winkelstellung des Nockens und der Bewegung des Verstellorgans

ist nicht erforderlich. Die Bewegung des Nockens erfolgt immer innerhalb des vorgesehenen Winkelbereiches, die außerhalb dieses Winkelbereiches durch das Wirksamwerden des Anschlages zwischen Nocken und Übertragungsmittel verhindert wird.

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist der axial verschiebliche Nocken als Nockenpaket mit drei Nockenbahnen ausgebildet. Der entsprechende Nocken kann dabei einteilig oder aus fest miteinander verbundenen Einzelementen bestehen. Die durch die drei Nockenbahnen sich ergebenden Erhebungskurven können sich durch ihre Hubhöhe und/oder ihre Phasenlage unterscheiden. Mit einem derartigen Nockenpaket ist die gleichzeitige Variation der Erhebungskurve (Ventilhub), Steuerzeiten und Phasenwinkel einzeln oder nebeneinander möglich.

Bei einem dreiteiligen Nockenpaket lassen sich die mit dem Übertragungsmittel zusammenwirkenden Anschlagflächen auf einfache und vorteilhafte Weise durch die einander zugewandten Seitenflächen der äußeren Nockenbahnen ausbilden. Die unterschiedlichen Erhebungsbahnen und die damit einhergehenden Höhenunterschiede zwischen der mittleren und jeweils äußeren Nockenbahn ergeben eine Stufe, die als Anschlagfläche dient. Mehraufwand zur zusätzlichen Erstellung einer Anschlagfläche ist nicht erforderlich.

Das in der Nockenwelle geführte Verstellorgan läßt sich auf einfache und vorteilhafte Weise durch eine Stelleinheit bewegen, die stirnseitig an der Nockenwelle angeordnet ist. Diese Stelleinheit läßt sich in besonders vorteilhafter Ausgestaltung innerhalb des mit der Kurbelwelle zusammenwirkenden Antriebsrades der Nockenwelle — bei Verwendung eines Riemen- oder Kettentriebes — unterbringen. Diese Stelleinheit kann beispielsweise aus einer doppelt wirkenden hydraulischen oder pneumatischen Kolben-Zylinder-Einheit bestehen. Es ist jedoch auch die Nutzung einer elektromotorischen oder mit anderen Mitteln angetriebenen Stelleinheit möglich.

Weitere Vorteile und vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der Beschreibung.

Zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der nachfolgenden Beschreibung und Zeichnung näher erläutert. Letztere zeigt in

Fig. 1 einen vereinfachten Längsschnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel des nur teilweise dargestellten Ventiltriebes,

Fig. 2 einen Querschnitt durch diesen Ventiltrieb entlang der Linie II-II gemäß Fig. 1,

Fig. 3 einen nur teilweise dargestellten Längsschnitt durch ein zweites Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Ventiltriebes,

Fig. 4 einen Querschnitt durch diesen Ventiltrieb entlang der Linie IV-IV gemäß Fig. 3.

Der Ventiltrieb einer nicht näher dargestellten Brennkraftmaschine weist eine in Lagern 1 gehaltene Nockenwelle 2 auf, die in üblicher Weise von einer Kurbelwelle angetrieben ist. Auf der Nockenwelle 2 ist ein Nocken 3 drehfest aber axial und relativ zu ihr verschiebbar angeordnet. Dieser Nocken ist dabei längs einer formschlüssig zwischen der Nockenwelle 2 und dem Nocken 3 wirkenden Führung 4 verschiebbar.

Der Nocken 3 betätigt unter Zwischenschaltung eines Übertragungselementes 5 zwei beispielsweise als Einlaßventile 6 ausgebildete Gaswechselventile. Das Übertragungsmittel 5 kann dabei ein Hebelelement, z. B. ein Schlepphebel oder ein Kipphebel sein, oder als Traver-

senstößel ausgebildet sein. Andere Arten der Ventilbetätigung sind jedoch ohne weiteres möglich, wie beispielsweise die Verwendung von Tassenstößeln.

Der in diesem Ausführungsbeispiel dargestellte Nocken setzt sich aus drei Nockenabschnitten mit unterschiedlichen Nockenbahnen 7, 8 und 9 zusammen, von denen jeweils eine Nockenbahn in Abhängigkeit von der Schaltstellung bzw. Position des Nockens relativ zur Nockenwelle mit dem Übertragungsmittel 5 zusammenwirkt. Im Gegensatz zum einstückigen Aufbau des axial verschieblichen Nockens 3 kann dieser auch aus miteinander verbundenen Einzelementen bestehen. Der Nocken 3 wird von einem Verstellorgan 10 unter Zwischenschaltung eines Federelementes 11 und eines Koppellementes 12 bewegt. Das Verstellorgan 10 und das Federelement 11 sowie das Koppellement 12 sind dabei im Inneren der hohlen Nockenwelle 2 geführt. Das Verstellorgan 10 wird durch eine in diesem Ausführungsbeispiel hydraulisch wirkende Stelleinheit 13 bewegt, die stirnseitig an der Nockenwelle angeordnet ist.

Im ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung gemäß Fig. 1 und Fig. 2 ist das Verstellorgan 10 eine in Zug- und Druckrichtung wirkende Stange, auf der zwei bestandene Anschläge 14 und 15 angeordnet sind. Der Abstand der beiden Anschläge 14 und 15 entspricht dem Abstand zweier nicht dargestellter Zylinder bzw. dem Abstand der beiden benachbarten Lager 1. An jedem dieser Anschläge 15 stützt sich das eine Ende einer das Federelement 11 bildenden Druckfeder 16 ab, deren anderes Ende an einem auf dem Verstellorgan 10 längsbezüglich geführten Ringelement 17 anliegt. Das Ringelement 17 ist Teil des Koppellementes 12 und hat eine vertiefte Führungsbahn 18, in die ein Mitnahmestück 19 ragt. Dieses Mitnahmestück 19 durchdringt ein axial verlaufendes Langloch 20 in der Nockenwelle 2 und ragt in eine Bohrung 21 im Nocken 3. Die Länge des Langloches 20 entspricht dem Verstellweg des Mitnahmestückes 19, wobei die axial äußeren Enden des Langloches 20 eine linke und rechte Begrenzung des Verstellweges bilden. Der Nocken 3 hat an seinen beiden stirnseitigen Enden je einen ringförmigen Fortsatz 22, durch den das Langloch 20 jeweils überdeckt ist, wenn sich der Nocken 3 in einer seiner äußeren Schaltstellungen befindet. Durch diese Überdeckung ist eine Abdichtung der Nockenwelle 2 möglich, so daß diese mit einer inneren Ölführung ausgestattet sein kann.

Zur Verstellung des Nockens 3 wird die Stelleinheit 13 aus der dargestellten mittleren Position in eine rechte oder linke Schaltstellung durch entsprechendes Anlegen eines Druckes verstellt. Durch das axiale Verschieben des mit der Stelleinheit 13 verbundenen Verstellorganes 10 wird eine der beiden Druckfedern 16 vorgespannt, während die andere entspannt wird. Gelangt während der Drehbewegung der Nockenwelle 2 das mit der mittleren Nockenbahn 8 zusammenwirkende Übertragungselement 5 in den Bereich des Grundkreises der Nockenbahn 8, kann der Nocken durch die Wirkung der Druckfeder 16 nach rechts oder links verschoben werden. Der Verschiebeweg ist durch das Zusammenwirken des Mitnahmestückes 19 und des Langloches 20 begrenzt, so daß eine definierte Endstellung eingehalten wird, in der ein sicheres Zusammenwirken des Übertragungsmittels 5 und der jeweils äußeren Nockenbahn 7 oder 9 erfolgt. Durch Zurückstellen der Stelleinheit 13 in die mittlere oder andere Endlage wird der Nocken 3 in die mittlere oder gegenüberliegende Endposition bewegt. Durch geeignete Abstimmung der Federvorspannung und Federsteifigkeit des Federelementes 11 bzw.

der Druckfedern 16 wird sichergestellt, daß die Stellbewegung erst erfolgt, wenn das Übertragungsmittel 5 und die jeweilige Nockenbahn 7, 8, 9 im Bereich des Grundkreises zusammenwirken. Im Bereich der Erhebungskurve der jeweiligen Nockenbahn sind bei geeigneter Auslegung der Federelemente 11 die Reibkräfte zwischen Nocken 3 und Übertragungsmittel 5 aufgrund der Wirkung der Ventildfedern 23 ausreichend, um ein Verschieben zu verhindern, sofern sich die jeweilige Nockenbahn im Bereich der Erhebungskurve befindet. Ein Verschieben aus dem Wirkbereich der mittleren Nockenbahn 8 mit geringer oder ohne Ventilerhebung, d. h. bei geringen Reibkräften aufgrund der Wirkung der Ventildfedern 23, in den Bereich einer der äußeren Nockenbahnen 7, 9 wird außerdem durch die als Anschlagflächen dienenden Seitenwände bzw. Seitenflächen der Nockenbahnen 7, 9 verhindert, sofern sich das Übertragungselement 5 nicht im Bereich der Grundkreise befindet.

Bei dem in Fig. 3 und 4 dargestellten zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist zwischen den Anschlängen 14 und 15 des stangenartigen Verstellorganes 10 ein einziges als Druckfeder ausgebildetes Federelement 11 angeordnet. Dieses Federelement 11 stützt sich jeweils an einem nach innen ragenden kragenförmigen Rand 24 einer Federhülse 25 ab. Die beiden einander gegenüberliegenden Federhülsen 25 werden von einer im Inneren der Nockenwelle 2 geführten Außenhülse 26 umgriffen. Die beiden Federhülsen haben dazu auf ihren den Anschlängen 14 und 15 abgewandten stirnseitigen Enden einen nach außen ragenden umlaufenden Rand 27, der zum einen von einem umlaufenden Rand 28 und auf der gegenüberliegenden Seite von einem mit der in der Nockenwelle geführten Außenhülse 26 zusammenwirkenden Sicherungsring 29 hintergriffen werden. Mit der Außenhülse 26 ist das Mitnahmestück 19 verbunden, das wie im Ausführungsbeispiel zuvor das Langloch 20 durchdringt und mit dem Nocken 3 gekoppelt ist. In diesem Ausführungsbeispiel erfolgt die Kopplung zwischen dem Mitnahmestück 19 und dem Nocken 3 im Bereich eines ringförmigen Fortsatzes 30, der eine Bohrung 31 aufweist, die vom Mitnahmestück 19 durchdrungen wird. Durch einen Stützring 32 und einen Sicherungsring 33 wird das Mitnahmestück bzw. dessen Verbindung mit dem Nocken 3 gesichert.

Beim Verstellen des Verstellorganes 10 aus der dargestellten mittleren Schaltstellung in eine der beiden Endstellungen wird das Federelement 11 vorgespannt, da die eine Federhülse 25 von der Außenhülse 26 festgehalten wird, während die andere Federhülse über den Anschlag 14 bzw. 15 und den umlaufenden Rand 24 nach links bzw. rechts verschoben wird. Ist — wie im Ausführungsbeispiel zuvor — während der Umdrehung des Nockens 3 bzw. der Nockenwelle 2 das Übertragungsmittel 5 im Bereich eines Grundkreises der entsprechenden Nockenbahn, wird der Nocken 3 aufgrund der Wirkung der Druckfeder bzw. des Federelementes 11 verschoben, bis die jeweilige Federhülse 25 am Anschlag 14 bzw. 15 anliegt. Eine Verstellung in die entgegengesetzte Richtung erfolgt in analoger Weise.

Zusätzlich zu den durch den erfindungsgemäßen Ventilttrieb möglichen Variationen des Ventilhubes kann eine Phasenverschiebung zwischen den unterschiedlichen Erhebungskurven erzielt werden, indem diese Kurven zueinander winkelfersetzt angeordnet sind. Dieser Winkelfersatz kann auch ohne Variation des Ventilhubes realisiert sein, so daß der Ventilttrieb als Phasenswandler wirkt. In Fig. 2 zeigt eine Linie 34 die deckungs-

gleichen Hauptachsen der phasengleichen Erhebungen der Nockenbahnen 7 und 9, während die gestrichelte Linie 35 die Hauptachse einer phasenverschobenen Erhebungskurve zeigt.

Die mittlere Nockenbahn 8 kann dabei beispielsweise als Neutrallage ausgebildet sein, bei der entweder keine Erhebung ausgebildet ist, d. h. das Ventil verbleibt in seiner geschlossenen Stellung, oder es wird eine nur geringe Erhebung ausgebildet, so daß das Ventil je Umdrehung nur einen geringen Resthub ausführt. Es ist auch ohne weiteres möglich, je nach Anordnung der Ventile mit einer Nockenwelle unterschiedliche Ventil-erhebungskurven zu ermöglichen, wobei unterschiedliche axial verstellbare Nocken allein oder in Kombination mit Festnocken zusammenwirken. Es ist jedoch auch möglich, daß die mittlere Nockenbahn 8 eine von den Nockenbahnen 7 und 9 verschiedene Erhebungskurve für einen vollständigen Ventilhub aufweist.

Der erfindungsgemäße Ventiltrieb ermöglicht unterschiedliche Variationen der Ventilhuberhebungen der mit der jeweiligen Nockenwelle zusammenwirkenden Ventile. So ist es möglich, einzelne Ventile über jeweils einen axial verschiebbaren Nocken variabel anzusteuern, während andere Ventile mit jeweils einem Festnocken, d. h. mit konstanter Erhebungsbahn zusammenwirken.

#### Patentansprüche

1. Ventiltrieb einer Brennkraftmaschine mit einer in Lagern (1) gehaltenen Nockenwelle (2), mit einem axial beweglichen Verstellorgan (10), von dem mindestens ein drehfest aber axial verschiebbar auf der Nockenwelle gelagerter Nocken (3) mit mindestens zwei unterschiedlichen Nockenbahnen (7, 8, 9) verstellbar ist, der unter Zwischenschaltung eines Übertragungsmittels (5) mindestens ein Gaswechselventil (6) betätigt, dadurch gekennzeichnet, daß das Verstellorgan im Inneren der Nockenwelle geführt ist, und daß das Verstellorgan über mindestens ein in der Nockenwelle geführtes Federelement (11, 16) auf den Nocken einwirkt.
2. Ventiltrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Nocken (3) und dem Übertragungsmittel (5) ein Anschlag ausgebildet ist, der eine axiale Bewegung des Nockens nur innerhalb eines definierten Winkelbereiches zuläßt.
3. Ventiltrieb nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Nocken (3) als Nockenpaket mit drei unterschiedlichen Nockenbahnen (7, 8, 9) ausgebildet ist.
4. Ventiltrieb nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die einander zugewandten Seitenflächen der äußeren Nockenbahnen (7, 9) im Verlauf ihrer Erhebungsbahn als Anschlagfläche für einen angrenzenden Abschnitt des Übertragungsmittels (5) dienen.
5. Ventiltrieb nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Verstellorgan (10) von einer stirnseitig an der Nockenwelle (3) angeordneten Stelleinheit (13) axial beweglich ist.
6. Ventiltrieb nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mit dem stangenartig ausgebildeten Verstellorgan (10) ein relativ zu diesem axial bewegliches Koppellement (12) zusammenwirkt, das mit dem Nocken (3) gekoppelt ist, und daß an diesem Koppellement stirnseitig das Federelement (11, 16) anliegt, dessen

gegenüberliegendes Ende mit dem Verstellorgan gekoppelt ist.

7. Ventiltrieb nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Koppellement (12) an beiden Stirnseiten mit jeweils einem Federelement (16) zusammenwirkt.

8. Ventiltrieb nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Koppellement (12) und dem Nocken (3) ein Mitnahmestück (19) angeordnet ist, das in einem axial verlaufenden Langloch (20) in der Nockenwelle (2) geführt ist.

9. Ventiltrieb nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß an dem Verstellorgan (10) zwei beabstandete Anschläge (14, 15) ausgebildet sind, zwischen denen das Federelement (16) eingespannt ist, daß das Koppellement aus zwei Federhülsen (25) und einer Verbindungshülse (26) besteht, daß jedes Ende des Federelementes mit einer Federhülse zusammenwirkt, die jeweils in einer Wirkrichtung (Zug oder Druck) mit der Verbindungshülse zusammenwirken.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

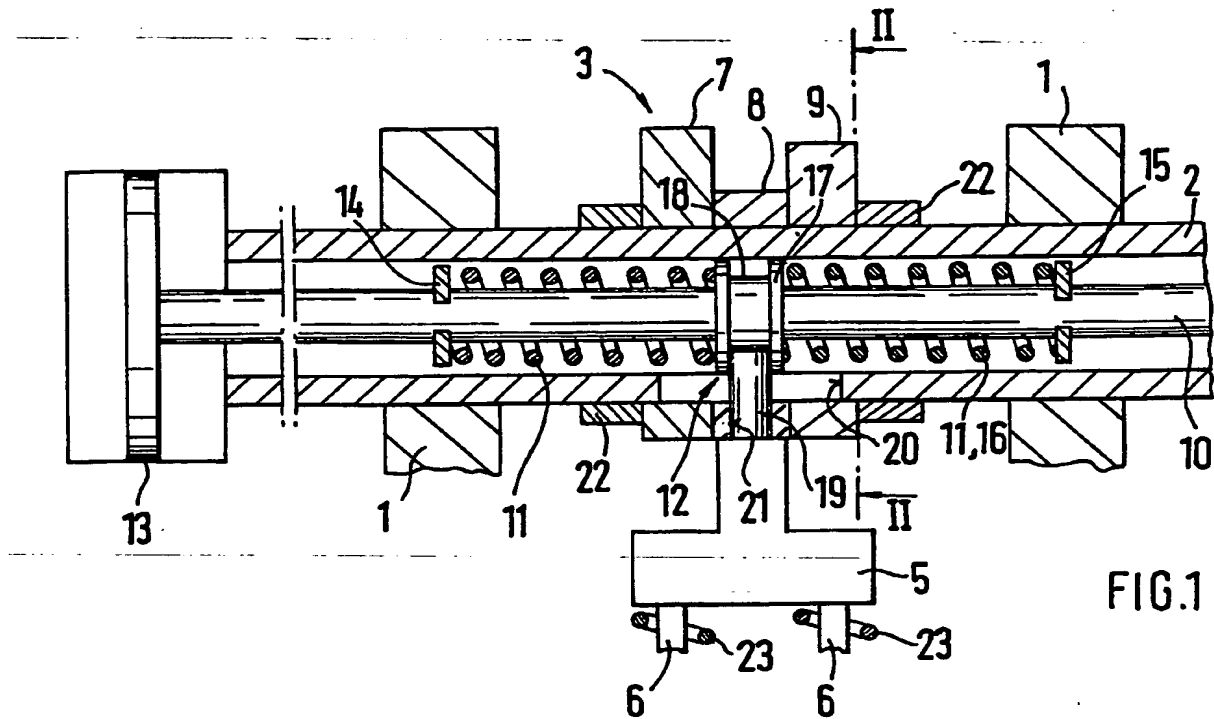


FIG. 1

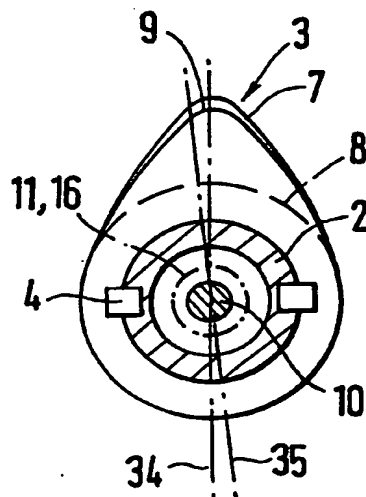


FIG. 2

